

# 이동 통신 환경에서 Gateway를 이용한 효율적인 비디오 전송 방법

탁광옥\*, 박시용\*\*, 정기동\*\*

\*부산대학교 컴퓨터공학과

\*\*부산대학교 전자계산학과

e-mail : {kotak, sympark, kdchung}@melon.cs.pusan.ac.kr

## Efficient Video Streaming Policy using Gateway in the mobile Network Environment

Kwangok Tak\*, Siyong Park\*\*, Kidong Jung\*\*

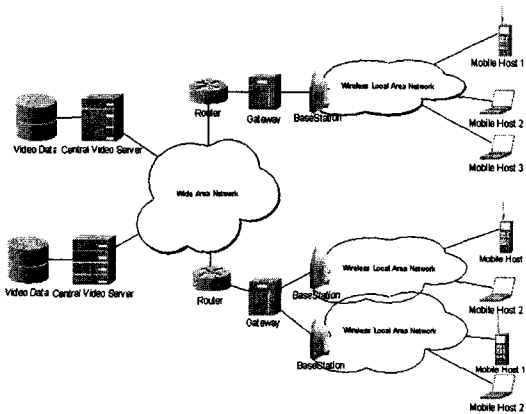
\*Dept of Computer Engineering, Pusan University

\*\*Dept of Computer Science, Pusan University

### 요 약

본 논문에서는 무선 이동 통신 환경에서 동영상 전송시 발생하는 패킷 손실 및 지연을 줄이고 최대한 모바일 호스트에서 손상 없이 플레이 할 수 있도록 gateway를 이용하여 media 서버에서 mobile host까지의 적절한 전송 스케줄을 구한다. 모바일 호스트의 구조상 작은 버퍼량을 가지고 있으며, 그리고 무선 통신 환경은 유선에 비하여 작은 대역폭을 가지고 있다. 미디어 스트림을 전송하는데 있어서 dropping 없이 패킷이 전송될 수 있도록 gateway상에서 버퍼링을 실시한다. 이 논문에서는 gateway와 mobile host간의 transmission rate를 조절하여 gateway상의 버퍼량을 최소화시키는 전송 스케줄 방법을 제안한다.

### 1. 서론



[그림 1] Gateway를 이용한 비디오 전송 아키텍처

컴퓨터 장비가 점점 휴대화 되어지고 그러한 장비를 이용하는 사람들의 이동성은 점점 확대되어 가고 있다. 즉, 유선망에서 모든 contents 서비스들이 점점 무선망으로 이동하고 있는 추세이다. 유선망과

무선망은 대역폭상에서 많은 차이가 있어 유선망에서 서비스하는 contents들을 무선망에서 서비스하기에는 아직 많은 문제점들을 가지고 있다. 용량이 작고 전송시간에 제약을 가지지 않는 데이터 전송(text mail, 웹 문서 등)에는 별 문제없이 데이터를 전송할 수 있겠지만, 미디어 파일 전송에는 많은 대역폭을 요구하므로 유선망에서 무선망으로 전송될 때는 적절한 전송 스케줄을 적용시켜 모바일 호스트에서 손상 없이 플레이가 이뤄지도록 한다. 기존에 많은 논문들은 단지 유선상에서 미디어 파일을 전송할 때 중간 노드(proxy, gateway, router etc)를 이용하여 목적지 client까지 jitter 없이 전송하고자 하였다. 즉 중간 노드의 버퍼에서 underflow, overflow 발생을 방지하여 패킷손실 및 jitter를 미연에 방지하고자 하였다. 본 논문에서는 [그림 1]에서와 같이 무선망 사이에 Gateway를 배치하고 Gateway를 이용한 전송 방식을 채택한다. 미디어 스트림을 손실 없이 전송될 수 있도록 하기 위하여 적절한 버퍼링 정책을 세운다. 여기서 우리가 고려되어야 할 사

항은 다음과 같다. WAN(Wired Area Network)상의 bit rate와, LWAN(Local Wireless Area Network)상의 bit rate, 그리고 MH(Mobile Host)상의 buffer size 등을 고려하여야 한다. 앞으로 편의상 서버에서 gateway까지의 미디어 스트림을 WAN 스트림이라고 하고, gateway에서 MH까지의 스트림을 LWAN 스트림이라고 칭하겠다. 유선망의 대역폭과 무선망의 대역폭의 차가 아직 크게 나타나고 있는게 현실이다. 그러므로 WAN 스트림에서 받은 gateway의 입력량이 바로 LWAN 스트림으로 모두 전송되지 못한다. 즉, WAN 스트림의 bandwidth - LWAN 스트림의 bandwidth = 축적된 gateway buffer량이 되는 것이다. 유선망의 경우 전용선망인 경우 최고 155Mbps까지 전송율을 낼 수 있는 반면, 무선망인 경우 최대 11Mbps(IEEE 802.11b)까지 전송율을 낼 수 있다. 이런 유무선간의 큰 대역폭차로 인하여 미디어 데이터 전송간의 많은 패킷 손실 및 jitter 현상이 발생 할 수 있다. 이를 해결하고자 중간 노드를 이용하여 패킷 손실 없이 MH까지 전송되도록 하고자 한다. 그러므로, 우리는 최대의 효율을 내기 위해서 WAN 스트림의 bit rate, LWAN 스트림의 bit rate, MH의 버퍼 요구량을 구하여 gateway에 최소화된 버퍼 요구량을 구하도록 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 배경 지식에 대하여 논하고, 3장에서 서버에서 MH까지의 데이터 전송 과정에 대해서, 4장에서 실험에 대해서 논하고, 5장에서는 결론과 향후 방향에 대하여 논하도록 하겠다.

## 2. 배경 지식

본 장에서는 유선상에서 미디어 스트림이 서버에서 클라이언트로 어떻게 전송되어지에 대해서 정의한다. 즉, 상, 하한 경계값(buffer size)을 가지는 미디어 전송 스케줄에 대한 내용을 이 장에서 설명한다. 미디어 전송 스케줄은 미디어 스트림의 encode 방식에 따라서 CBR, VBR 전송 기법으로 나눌 수 있다.[1]

전송 기법이 VBR 방식으로 처리 될 경우, 가변적인 frame size로 인하여 네트워크나 미디어 서비스에 있어서 QoS를 보장하기가 힘들어진다.[2]

서버는 클라이언트의 버퍼에서 항상 decoder할만큼의 충분한 양을 유지할 수 있도록 스트림을 일정하게 보내주어야 한다. 만약 스트림의 양이 너무 작아 지거나 스트림이 양이 너무 많아지면, 클라이언트의

버퍼상에서 underflow, overflow 현상이 일어나 jitter가 발생할 수 있다. [그림 2]에서는 전송 스케줄을 나타내고 있다.

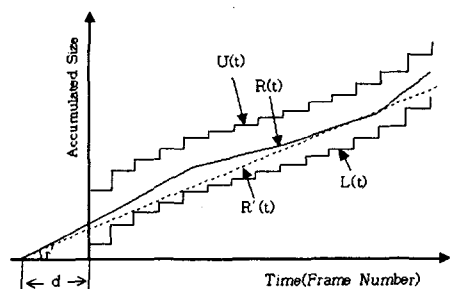
하나의 video는 N개의 프레임 을 가지고  $f_i$ 는 프레임의 사이즈를 나타낸다. ( $0 \leq i \leq N-1$ )

$L(t)$ 는 하한값(underflow 경계선)이라고 하고 클라이언트 버퍼에서 소비되어지는 프레임의 축적값을 이

산 그래프형태로 나타내고 있다. 이 값은  $\sum_{i=0}^t f_i$ ,  $t \in (0, 1, \dots, N-1)$ 으로 표시할 수 있다. 그리고,  $U(t)$ 는 상한값(overflow 경계선)으로  $L(t)$ 에 buffer값을 더한 것이다. 이 값은  $U(t) = L(t-1) + B$ 로 나타낼 수 있다.  $d$ 는 첫 번째 프레임이 클라이언트까지 도달하는 걸리는 시간으로 startup delay를 나타낸다. 이 그림에서  $R(t)$ 가 VBR 방식을 이용한 전송 스케줄 방식이고,  $R'(t)$ 가 CBR 방식을 이용한 전송 스케줄 방식이다.  $R'(t)$ 라인의 값은  $r'(t+d)$ 와 동일하다. CBR 전송 방식을 이용할 경우 다음과 같은 장점이 있다.[1]

- 네트워크 I/O bandwidth와 디스크의 소비량이 고정적이므로 자원 관리가 용이하다.
- 중간 노드들의 QoS를 위한 자원관리가 간편하다.
- 네트워크상에 과금 정책의 계산 복잡도를 줄일 수 있다.

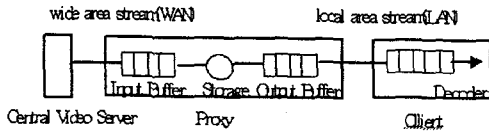
그러므로, 본 논문에서는 CBR 전송 방식을 채택한다.



[그림 2] VBR, CBR 전송 기법

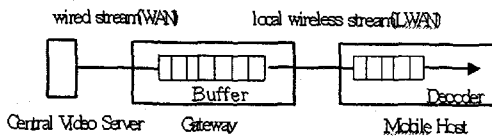
## 3. Gateway를 이용한 스트림 전송 방식

2장에서 우리는 상,하한 경계선을 이용하여 스트림을 서버, 클라이언트간에 안정적으로 보내는 방법에 대하여 논했다. 본 장에서는 그 방식을 기반으로 비디오 서버로부터 무선 모바일 호스트까지 전송하는 방식을 제안한다.



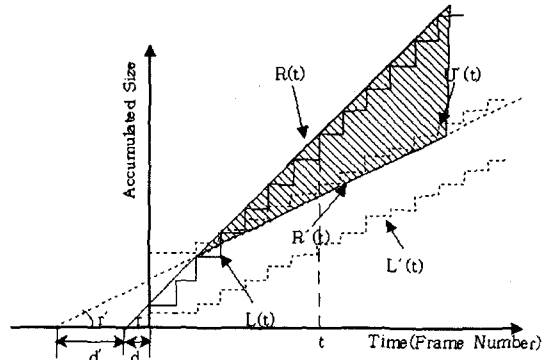
[그림 3] 유선망에서 스트림 전송 과정

[그림 3]에서는 유선망에서 스트림이 전송되는 과정을 나타내고 있다. Server와 Proxy간에는 WAN환경의 bandwidth를 이용하고 Proxy와 client간에는 LAN 환경의 bandwidth를 이용한다. WAN의 bandwidth는 많은 비디오 스트림들이 교차함으로써 LAN의 bandwidth보다 낮은 수치를 가진다. 이러한 문제로 인해 패킷 손실, jitter등이 가질 수 있다. 이를 해결하기 위해서 storage를 가진 proxy(중간 노드)가 필요하다. 즉, 비디오의 일부분을 먼저 proxy의 storage에 저장함으로써 WAN망의 과부하로 인해 미처 전달하지 못하는 부분들을 대신해서 client로 전송을 해준다. 이러한 기법에 있어서는 proxy storage를 위한 하드웨어 자원이 그만큼 필요하다. 많은 비디오 전송을 동시에 처리할 경우 과다한 자원 낭비를 초래할 수 있다.[1]



[그림 4] 이동 통신 환경에서 스트림 전송 과정

[그림 4]에서는 앞의 유선망에서의 비디오 전송과는 달리 유, 무선 통합망에서의 스트림 전송을 나타내고 있다. 본 논문에서 제한하는 방식은 기존의 유선 전송 스케줄링 방식에서 Gateway와 MH까지의 전송 스케줄 방식을 고려한다. 즉, 미디어 서버로부터 gateway까지 전송을 최대한 underflow 경계선에 맞추어서 전송한다. underflow 경계선에 맞추어서 전송할 경우 비디오 서버와 gateway간의 bandwidth를 최소화시키는 효과를 얻을 수 있기 때문에 많은 사용자들이 동시에 접근할 수 있는 여건을 제공할 수 있으며, gateway의 버퍼 요구량도 최소화 시킬 수 있다. 그리고 gateway와 MH간의 전송은 overflow 경계선에 맞추어서 전송한다.



[그림 5] 미디어 스트림 전송 스케줄

[그림 5]는 미디어 스트림의 전송 스케줄을 보여주고 있다. 실선은 gateway상의 저장하는 buffer량을 점선은 mobile host의 저장되는 buffer량을 나타낸다.  $U'(t)$ 는 MH의 overflow 경계선을 나타내고,  $L'(t)$ 는 MH의 underflow 경계선을 나타내고,  $R'(t)$ 는 LWAN 스트림의 전송 스케줄을 나타내며,  $L(t)$ 는 gateway의 underflow 경계선을 나타낸다.  $R(t)$ 는 WAN 스트림의 전송 스케줄을 나타낸다.  $d$ 는 서버에서 보낸 첫번째 데이터를 gateway까지 도착하기까지의 delay를 나타내며,  $d'$ 는 gateway에서 MH까지의 start-up delay를 나타낸다. 그러므로 총 start-up delay =  $d + d'$  이다.

gateway에서의 전송 스케줄은 서버에서 출발하여 gateway로 들어오는 데이터량이 일정함을 실선으로 나타내고 있다. 반면에 gateway에서 MH로 들어오는 데이터량을 점선으로 나타내고 있다.

LWAN 스트림의 bit rate가 WAN상의 bit rate보다 작기 때문에 그래프에서 볼 수 있듯이 시간이 지날수록, 즉 WAN 전송 스케줄 라인인 LWAN 전송 스케줄 라인이 교차하는 지점에서부터 gateway에서의 buffer 요구량이 증가하고 있다. [그림 5]에서 빗금 친 부분이 gateway에서의 버퍼 요구량을 나타내고 있다. 우리는 이전장에서 전송 스케줄의 값을 구할 수 있었다. 즉,  $R(t) = r(t+d)$  이고,  $R'(t) = r'(t+(d'+d))$  로 나타낼 수 있다. 즉, 특정한 시간  $t$ 에서  $R(t) - R'(t)$  값이 gateway상의 buffer 요구량이다. 그림에서 나타나 있듯이 시간이 지날수록 버퍼 요구량이 높아지기 때문에 buffer size를 줄여 줄 수 있는 transcoding기법이나 discard 정책이 필요하다.[3][4]

MH에서 버퍼에 overflow가 발생하지 않는 한도내

에서 데이터를 축적한 다음 미디어 스트림을 처리하게 되면 gateway의 buffer 요구량을 최소화 시킬 수 있다. 그리고 MH의 buffer size가 크게 하는 방법 또한 gateway의 buffer 요구량을 최소화시키는 방법이다. LWAN의 스트림 전송 스케줄을 underflow 경계선에 맞출 때와 비교해 보면 그 결과를 쉽게 알 수 있다.

4. 실험

먼저 MH의 buffer size에 따른 gateway의 buffer 요구량을 알아보았고, 그 다음 LWAN의 스트림 전송 스케줄에 따른 buffer 요구량을 알아보았다. 실험 환경은 NS-2를 이용하여 서버, gateway, MH를 구성하였다. gateway상의 buffer size를 500KB로 놓고 특정 시간 t에 이용되어지는 버퍼량을 구하였다.

4.1 MH의 buffer size에 따른 결과

MH의 buffer size를 조절한다는 의미는 앞 장의 [그림 5]에서 볼 수 있듯이 MH의 buffer size가 커질수록 r'의 값이 높아짐을 알 수 있다. 그러므로 NS-2 환경에서 buffer size에 따른 r'값을 조절하여 실험하였다.

MH의 buffer size를 2, 4, 6, 8, 10으로 나누어서 테스트 하였다. (단위 : KB)

buffer size	2	4	6	8	10
requirement buffer	417	364	314	233	177

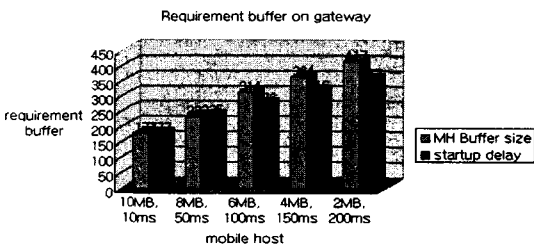
[표 1] MH의 buffer size에 따른 결과

4.2 스트림 전송 스케줄에 따른 결과

[그림 5]에서 볼 수 있듯이 d'값을 x 좌표에 따라 이동시키면서 MH의 스트림 전송 스케줄을 조절할 수 있다. 즉, 이번 실험은 d'값에 따라 gateway상의 버퍼량 결과를 알아보았다. (단위 : ms, KB)

startup delay	10	50	100	150	200
requirement buffer	177	235	276	316	357

[표 2] 스트림 전송 스케줄에 따른 결과



[그림 6] gateway상에서의 buffer 요구량

[그림 6]에서 x축은 buffer size와 startup delay값을 나타내고 있다. y축은 gateway상의 버퍼 요구량을 나타내고 있다. 그림에서 볼 수 있듯이 MH의 버퍼량을 최대한으로 하고, delay time을 최소로 하였을 때 gateway상의 버퍼 요구량이 최소화되어짐을 알 수 있다.

5. 결론 및 향후 계획

본 논문에서는 유, 무선간의 미디어 전송에 있어서 패킷 손실을 방지하면서 미디어 스트림을 전송하였다. 본 논문에서는 하나의 전송 미디어만을 고려하여 실험을 하였다. 무선 영역상에서 많은 유저들이 동시에 서로 다른 미디어 전송을 요청할 경우, gateway상의 버퍼에 과부하가 발생하여 패킷 손실을 초래할 수 있다. 이러한 현상을 막기 위해서 gateway상의 버퍼량을 최소화 시켜 최적화된 망을 구축할 수 있다. 차후, gateway상의 buffer를 더욱더 최소화하기 위하여 미디어 스트림의 불필요한 부분을 dropping시키는 방법과, transcoding을 시켜 전송량을 줄이는 방법에 대한 연구를 진행시킬 것이다..

참고문헌

[1] Wei-hsiuMa and David H. C. Du, "Reducing Bandwidth Requirement for Delivering Video Over wide Area Networks With Proxy Server", in IEEE Transactions on multimedia, Vol.4 No.4, December 2002

[2] S. Lu, V. Bharghavan and R. Srikant. "Fair scheduling in wireless packet networks". IEEE/ACM Transactions on Networkin, 7(4):473-489, August 1999.

[3] Si-Yong Park, Ki-Dong Chung, "A Resource Reservation Scheme using Dynamic Mobility Class on the Mobile Computing Environment", submitted.

[4] Zhi-Li Zhang, Srihari Nelakuditi, Rahul Aggarwal, and Rose P. Tsang, "Efficient Selective Frame Discard Algorithms for Stored Video Delivery across Resource Constrained Networks", INFOCOM (2), 1998